



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Diseño gráfico conceptual de dos alternativas expositivas como punto de partida para la evaluación y comparación de su sostenibilidad.

Conceptual graphic design of two exhibition alternatives as a starting point for the evaluation and comparison of their sustainability.

Autor/es

Ana López Canellas

Director/es

Anna María Biedermann
Natalia Muñoz López

Escuela de Ingeniería y Arquitectura

0. ÍNDICE

0. ÍNDICE	2
1. OBJETIVO	3
2. METODOLOGÍA	4
3. PLANIFICACIÓN	5
4. DEFINICIÓN DEL OBJETIVO Y ALCANCE	5
5. INVESTIGACIÓN	6
6. EXPOSICIÓN DE SOPORTES IMPRESOS	6
6.1 DISEÑO	6
6.2 INVENTARIO	9
6.3 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS	10
7. EXPOSICIÓN AUDIOVISUAL	11
7.1 DISEÑO	11
7.2 INVENTARIO	11
7.3 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS	13
8. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	14
8.1 COMPARACIÓN DEL CICLO DE VIDA	14
8.2 COMPARACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN	16
8.3 COMPARACIÓN DE LA OPERATIVA	18
8.4 COMPARACIÓN DEL DESMANTELAMIENTO	20
8.5 ESTUDIO DE SOSTENIBILIDAD	22
9. CONCLUSIONES	24
10. LIMITACIONES DEL PROYECTO	25
10. BIBLIOGRAFÍA	26

RESUMEN

Se ha realizado el diseño gráfico conceptual de dos modelos expositivos: uno realizado sobre soportes impresos y otro realizado mediante proyecciones. Ambos modelos tienen como temática la vida y la obra del pintor Francisco de Goya.

Partiendo de estos modelos de exposición, se ha evaluado la sostenibilidad del ciclo de vida de éstos. Se evalúan las dimensiones medioambiental, económica y social, las cuales se han obtenido aplicando la metodología de Análisis de la Sostenibilidad del Ciclo de Vida (ASCV).

Se han seleccionado una serie de indicadores para poder estudiar y comparar diferentes sistemas a través de una evaluación cuantitativa de los aspectos medioambientales (Energía incorporada GE y Huella de carbono GWP_{100}), económicos (Costes) y sociales (Tiempo de trabajo y Salario). Estos indicadores se han obtenido mediante un estudio detallado, de acuerdo a las actividades llevadas a cabo en el ciclo de vida, dividido en las etapas de Implementación, Operativa y Desmantelamiento.

En el caso de la exposición de soportes impresos, se ha utilizado un sistema modular de madera y DM sobre el que se colocan la reproducción de las obras, impresas en tela o vinilo; no se trata de obras originales. Se compara con una exposición audiovisual, en la cual las obras se exponen mediante proyecciones. Ambas exposiciones se diseñan en un mismo espacio supuesto.

Los resultados muestran una disminución de los indicadores del sistema expositivo audiovisual del 8,7% en el indicador medioambiental de GWP_{100} , un 7% en el indicador económico de costes y un 6,64% en el indicador social de horas de trabajo. Todo esto a lo largo de 12 destinos, permaneciendo 3 meses en cada destino.

El sistema expositivo audiovisual ha mejorado su sostenibilidad a partir de su quinto uso, comparado con el sistema expositivo de soportes impresos. Conforme aumenta el número de destinos, la diferencia entre los sistemas aumenta, mejorando la rentabilidad y disminuyendo las emisiones.

El principal factor influyente en la disminución de los indicadores es la materia prima, ya que en la exposición audiovisual se reutiliza al 100%. Además, en este modelo de exposición, quedan fuera del alcance los procesos de fabricación, lo cual también influye en la disminución de estos indicadores.

1. OBJETIVO

Actualmente, en el campo de la divulgación del arte y la cultura, las exposiciones audiovisuales son cada vez más numerosas en museos y salas de arte.

En este proyecto se crea el diseño gráfico conceptual de una exposición realizada sobre soportes impresos y otra proyectada, ambas sobre un mismo tema: la vida y la obra del pintor Francisco de Goya.

Teniendo en cuenta todo el ciclo de vida de los sistemas diseñados, se analiza la sostenibilidad evaluando y comparando sus impactos medioambientales, económicos y sociales, con vistas a obtener información adicional para la toma de decisiones.

2. METODOLOGÍA

Para evaluar la sostenibilidad de un servicio cultural dedicado a la realización de exposiciones itinerantes, se va a aplicar el marco de trabajo de Análisis de la Sostenibilidad del Ciclo de Vida (ASCV). Combina tres técnicas de evaluación del ciclo de vida:

- **ACV-M:** el Análisis del Ciclo de Vida Medioambiental se centra en aspectos medioambientales.
- **ACV-C:** el Análisis del Ciclo de Vida Económico centra en un reparto equitativo de la riqueza.
- **ACV-S:** el Análisis del Ciclo de Vida Social se centra en el tratamiento del impacto en la sociedad para mejorar la actuación de organizaciones y diferentes agentes sociales.

La metodología ASCV se basa en la misma estructura de cuatro fases consideradas en un Análisis del Ciclo de Vida, ACV (ISO 14040, 2006a).

FASE 1 - Definición del objetivo y el alcance

Establecer la unidad funcional y los límites del sistema.

FASE 2 - Análisis del inventario

Recolección de datos, identificando y cuantificando las entradas y salidas en todo el ciclo de vida del sistema expositivo.

1. Etapa de implementación:
 - **Materia prima** que compone el sistema expositivo.
 - **Proceso de fabricación** para conseguir los sistemas expositivos.
 - **Transporte** de los materiales al lugar de la exposición.
 - **Montaje en sala** del sistema expositivo.
2. Etapa de operativa:
 - **Mano de obra** contratada para el correcto funcionamiento de la exposición.
 - **Maquinaria** utilizada para el uso de la exposición.
 - **Acondicionamiento:** iluminación, calefacción y refrigeración.
3. Etapa de desmantelamiento:
 - **Desmontaje** del sistema expositivo.
 - **Transporte** al punto limpio.
 - **Deposición** del sistema expositivo por material.

FASE 3 - Evaluación de impactos

Se evalúan los indicadores de cada dimensión:

DIMENSIÓN MEDIOAMBIENTAL

- **GE (MJ):** Energía incorporada. Consumo de energía necesaria para llevar a cabo una actividad, así como el valor calorífico neto de los recursos utilizados.
- **GWP₁₀₀ (kg CO₂ eq):** Potencial de calentamiento global. Emisiones totales de gases de efecto invernadero calculando el forzamiento radiactivo en un horizonte temporal de 100 años.

DIMENSIÓN ECONÓMICA

- **Coste (€):** La suma de todos los costes que supone la realización de una actividad.

DIMENSIÓN SOCIAL

- **Tiempo de trabajo (h):** La suma del tiempo invertido por los trabajadores para desarrollar una actividad.
- **Salario (€):** El sueldo íntegro que reciben los trabajadores involucrados en el desarrollo de una actividad.

FASE 4 - Interpretación de resultados

Con los valores de los impactos obtenidos en cada sistema, se comparan y se obtienen conclusiones.

3. PLANIFICACIÓN

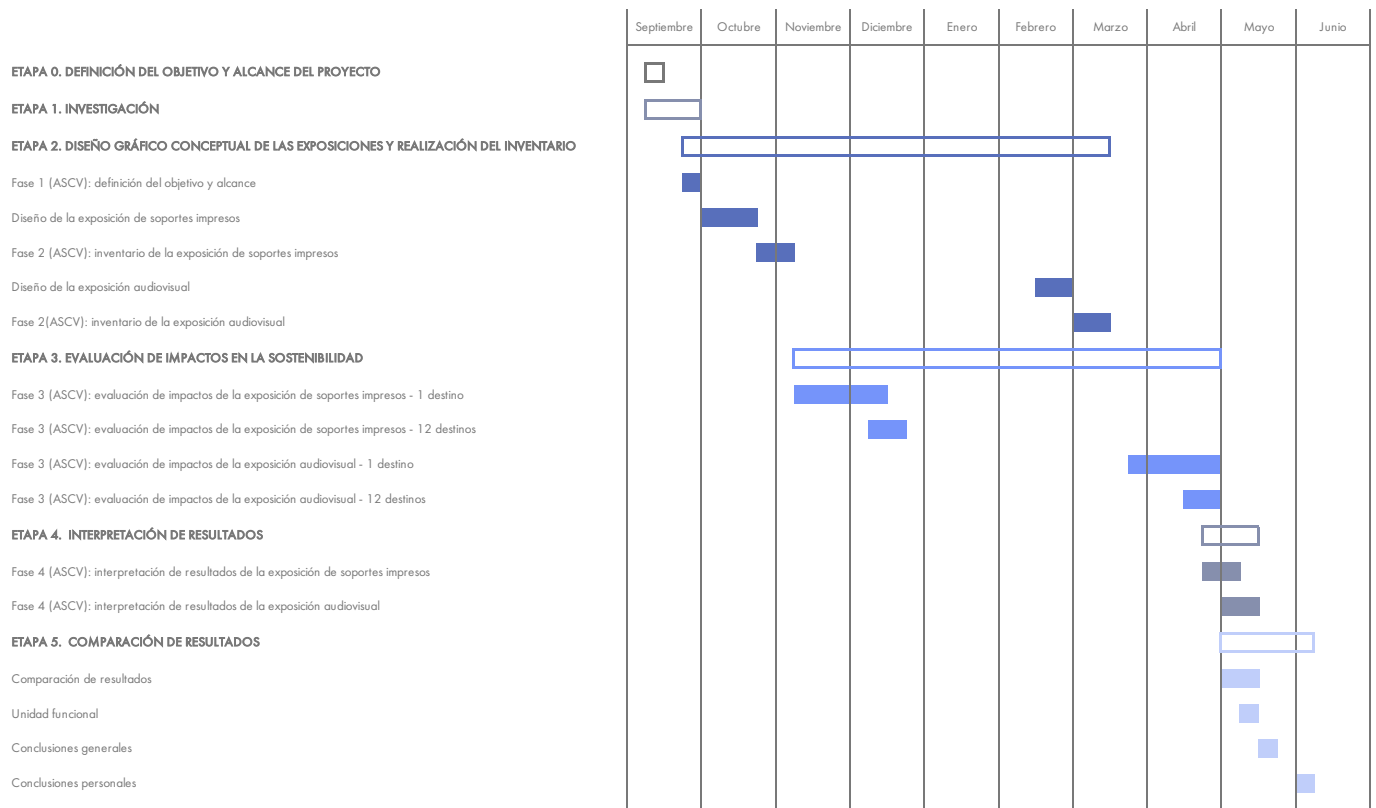


Diagrama 1. Diagrama de Gantt de la planificación del proyecto

4. DEFINICIÓN DEL OBJETIVO Y ALCANCE

OBJETIVO

Se realiza el diseño gráfico conceptual de dos sistemas expositivos diferentes: uno realizado sobre soportes impresos y un sistema de paredes modulares auxiliares; y otro realizado únicamente con proyecciones, en un espacio diáfano.

El objetivo es la cuantificación de impactos medioambientales, económicos y sociales, teniendo en cuenta las actividades, energía consumida, horas de trabajo y recursos materiales necesarios en el ciclo de vida de los sistemas expositivos que se van a diseñar.

Se toma como tema para ambas exposiciones la vida y obra del artista Francisco de Goya.

ALCANCE

Los límites de este estudio incluyen el diseño conceptual de las dos exposiciones, la creación del sistema expositivo y la selección de la información a exponer, la operación del servicio en un espacio de 300m², el transporte del sistema expositivo y los contenidos y el desmantelamiento final, una vez que el servicio termine con los 12 destinos. Estos destinos se distribuyen entre España y Portugal y, en cada uno, durará la exposición 3 meses, abriendo todos los días de la semana excepto los lunes.

Para la realización de las exposiciones se parte de un espacio supuesto, de 300m² y 4'5 metros de altura, el cual dispone de techo técnico para la colocación de audio, iluminación y proyectores.

5. INVESTIGACIÓN

La vida del artista estudiado, Francisco de Goya, se divide en cinco etapas establecidas según las vivencias del mismo. De cada etapa se han escogido las obras más significativas, que serán las que se expongan.

PRIMERA ETAPA - (1746-1775) Infancia y primeros años

- Aníbal vencedor, que por primera vez miró Italia desde los Alpes.

SEGUNDA ETAPA - (1775-1792) Juventud y madurez

- Baile a orillas del Manzanares.
- El quitasol.
- El pelele.
- La gallina ciega.

TERCERA ETAPA - (1793-1807) Sordera y aislamiento

- Autorretrato (1795-1797).
- La maja desnuda.

CUARTA ETAPA - (1808-1814) Tiempos de guerra

- El 2 de mayo de 1808 en Madrid: la lucha con los Mamelucos.
- El 3 de mayo de 1808 en Madrid: los fusilamientos de la montaña del Príncipe Pío.

QUINTA ETAPA - (1814-1828) Pinturas negras, exilio y muerte

- Dos viejos comiendo.
- El aquelarre.
- Saturno devorando a un hijo.
- Autorretrato (1815).

6. EXPOSICIÓN SOPORTES IMPRESOS

6.1 DISEÑO

Para acondicionar el espacio expositivo se ha contado con un sistema de módulos (imagen 1) realizados en madera y DM. Se han dispuesto de forma que se creen diferentes espacios (imagen 2), uno para cada etapa en las que se ha dividido la vida del artista. Sobre estos módulos se colocan las obras elegidas, las cuales se imprimen en vinilos o tela, dependiendo de su tamaño.

Los módulos tienen unas dimensiones de 1x3x0,2 metros y se han obtenido del Trabajo de Fin de Grado de Olalla Díez Pérez: *"Estudio de la sostenibilidad aplicada al diseño de una exposición itinerante"*.

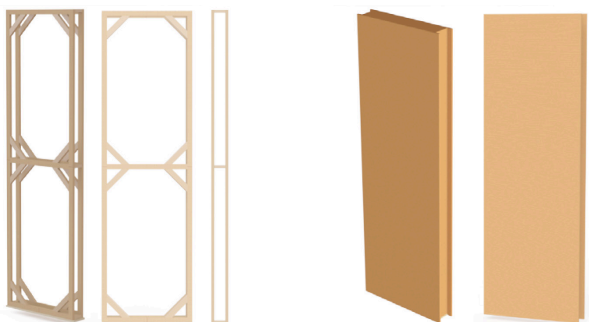


Imagen 1. Estructura del sistema modular

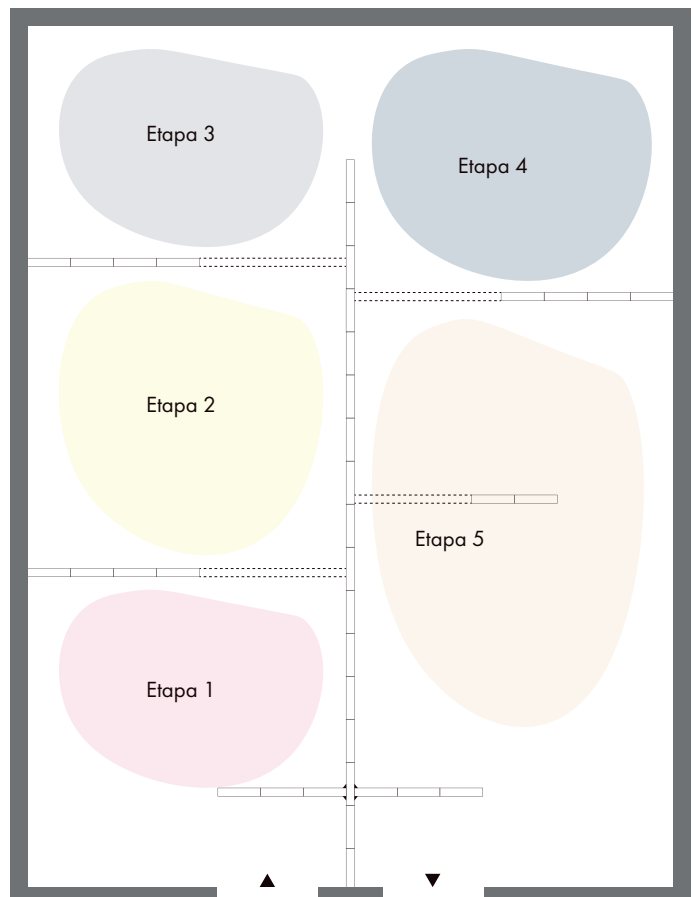


Imagen 2. Distribución del espacio expositivo - Exposición de soportes impresos

6.1 DISEÑO



Imagen 3. Vista en perspectiva del espacio expositivo con los elementos gráficos y obras

6.2 INVENTARIO

IMPLEMENTACIÓN

MATERIA PRIMA

El sistema expositivo se compone de 37 módulos realizados en listones y tablones. La estructura se crea con listones unidos por tubillones y adhesivos y, posteriormente, se recubre con tablones unidos a la estructura a través de los tirafondos.

Una vez montados los módulos, se recubren con un emplaste para tapar las juntas. Además, se da una capa de imprimación y dos de pintura, por ambas caras de los módulos, para mejorar el acabado.

A algunos de los módulos se les colocarán vinilos, por lo que se usará un transportador para facilitar la colocación de los vinilos recortados. En la tabla 1 pueden verse las cantidades resultantes de materia prima necesarias para la fabricación de los 37 módulos y para el desarrollo de la exposición.

Categoría	Elementos	Ud.	Unidades
Estructura (madera)	Listón (30x50x3000 mm)	ud.	263
Panel (mad.)	Tablón (19x2100x3660 mm)	ud.	43
Travesaños	Travesaños (20x20x3000 mm)	m3	0,54
Escuadras	Escuadras (40x40 mm)	ud.	12
Uniones	Tubillones (Ø10x30 mm)	ud.	2072
	Tirafondos (Ø3,5x35 mm)	ud.	2746
Vinilo	Vinilo impreso	m2	43,4
	Vinilo recortado	m2	13,3
	Tinta	L	0,6
	Transportador	m2	13,3
Cuadros	Tela + silicona	m2	31,9
	Tinta	L	0,11
Marcos aluminio	Modelo P15	m lineal	10,1
	Modelo P36	m lineal	53,28
Iluminación	Carril trifásico LLEDÓ	ud.	10
	Proyectores sobre carril electrificado LLEDÓ	ud.	20
Adhesivos	Cola blanca madera	kg	0,4
Acabado	Emplaste	m2	111
	Imprimación	m2	111
	Disolvente	m2	111
	Pintura	m2	111

Tabla 1. Materia prima de la exposición de soportes impresos

6.2 INVENTARIO

IMPLEMENTACIÓN

PROCESOS DE FABRICACIÓN

Se va a tener en cuenta la fabricación de los módulos, travesaños, vinilos y obras impresas en tela.

TRANSPORTE

Se considera la carga y descarga del camión y el traslado de los módulos desde el taller de carpintería hasta la exposición.

Como el espacio donde se ha creado la exposición es supuesto y no tiene una ubicación fija, se ha tenido en cuenta una sala tipo que se encuentra en la sala Canal de Isabel II.

- Carpintería: Calle Diamante 30, La Fraila 1 en Fuenlabrada.
- Exposición: Paseo de la Castellana 214 en Madrid.

Para los impactos a calcular en los 12 destinos se tendrá en cuenta el traslado de los materiales de una ciudad a otra.

MONTAJE EN SALA

Para el montaje en sala se realizará lo siguiente:

1. Distribución y unión de los módulos con listones y tirafondos.
2. Emplaste de las uniones de los módulos.
3. Imprimación y dos capas de pintura de los módulos.
4. Colocación de los vinilos/telas.

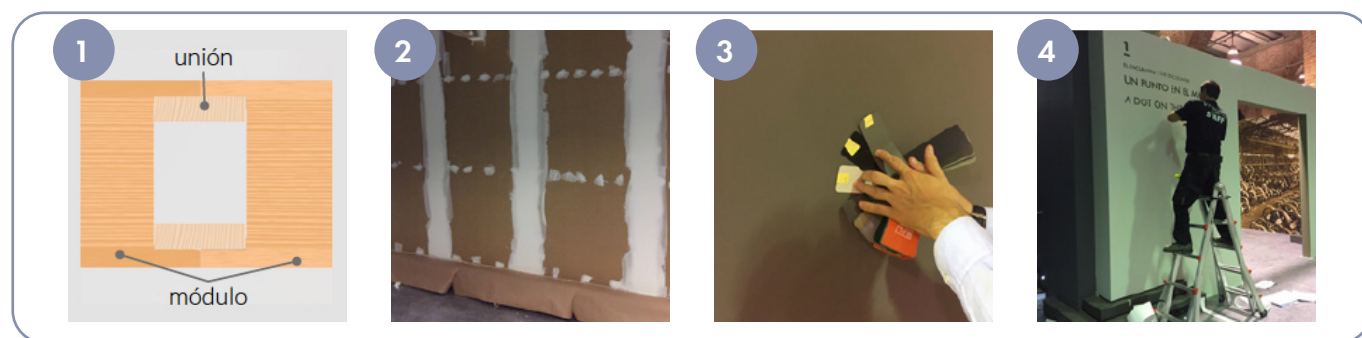


Imagen 4. Pasos del montaje en sala del sistema expositivo modular

Además, se tiene en cuenta el montaje de la iluminación (carriles electrificados y puntos de luz).

OPERATIVA

MANO DE OBRA

Se consideran los trabajadores contratados (tabla 2) para el correcto funcionamiento de la exposición, teniendo en cuenta que abre todos los días de la semana excepto el lunes, lo que da un total de 77 días en cada ciudad. Se supone que la sala está integrada en un centro expositivo que ya cuenta con el servicio de seguridad y taquilla.

Actividad	Turnos	Personas/turno	Horas/turno
Limpieza	1	1	1
Atención al público	2	1	5,5
Coordinación	2	1	6

Tabla 2. Mano de obra en la fase operativa - Exposición de soportes impresos

6.2 INVENTARIO

MAQUINARIA

En la maquinaria se va a tener en cuenta la máquina usada para la limpieza del espacio.

ACONDICIONAMIENTO

Se incluye la iluminación, teniendo en cuenta que la exposición abre 11 horas al día; y la calefacción y refrigeramiento, que se calcularán teniendo en cuenta un emplazamiento y lugar de exposición supuestos.

DESMANTELAMIENTO

DESMONTAJE

Se tiene en cuenta la mano de obra necesaria para la retirada de todo aquello que tenga que ir al punto limpio tras los 3 meses de estancia en un destino y todo lo que vaya a viajar al siguiente destino.

Tras los 12 destinos existirá una cantidad mayor de material que tenga que terminar en el punto limpio, por lo que se tendrá en cuenta a la hora de calcular los impactos para los 12 destinos.

TRANSPORTE

Traslado de los residuos al punto limpio más cercano de la exposición.

DEPOSICIÓN

Para el reciclado se consideran los siguientes materiales:

- Plásticos (transportador y vinilos), en cada uno de los destinos. En el destino final se incluyen las obras impresas en tela y la parte de plástico de las luminarias.
- Madera (módulos y travesaños), en el destino final.
- Metal (obras, escuadras, raíles y luminarias), en el destino final.

6.3 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS

Los indicadores definidos anteriormente son utilizados para evaluar la sostenibilidad a lo largo de los 12 destinos. Los resultados obtenidos de las actividades necesarias en el ciclo de vida de la exposición de soportes impresos aparecen en la tabla 3.

En la dimensión medioambiental se obtiene una GWP_{100} total de 51.204,18 kgCO₂ eq. y un GE total de 792.277,38 MJ; en la dimensión económica se obtiene un coste total de 358.254,71 €; y en la dimensión social se obtiene un total de horas de trabajo de 24.827,28 y un salario total de 202.724,44 €.

				DIMENSION MEDIOAMBIENTAL		DIMENSION ECONOMICA	DIMENSION SOCIAL			
				GE (MJ)	GWP (kg CO2)	Coste (€)	Tiempo de trabajo (h)	Salario (€)		
CICLO DE VIDA	IMPLEMENTACIÓN	Materia prima	Estructura	2.861,06	138,83	2.364,37				
			Paneles	29.463,28	1.441,14	3.149,75				
			Travesaños	1.044,32	50,67	3,28				
			Escuadras	140,40	11,50	12,60				
			Uniones	251,54	16,32	165,26				
			Cuadro (tela + silicona + tinta)	449,49	33,63	803,55				
			Marcos aluminio	1.043,72	72,76	880,06				
			Vinilos	6.433,31	999,23	7.046,70				
			Iluminación	2.988,68	432,54	4.296,90				
			Adhesivos	177,12	9,50	24,66				
			Pintura (imprimación + pintura + disolvente)	73.751,06	8.571,86	6.646,68				
			Acabados	808,08	119,88	1.558,44				
		Procesos de fabricación	Módulos	10,04	1,09	448,55	26,42	212,32		
			Travesaños	0,27	0,03	8,89	0,52	4,15		
			Cuadro (tela + silicona + tinta)	3,34	0,36	140,59	13,23	106,35		
			Vinilos	376,55	40,79	4.554,34	263,91	2.121,18		
		Transporte			36.380,37	2.556,57	5.760,80	227,05	1.824,88	
		Montaje en sala	Cuadro (tela + silicona + tinta)	12,67	1,37	124,75	7,20	55,55		
			Iluminación	9,48	1,32	1.524,84	88,32	709,98		
			Módulos	12,59	1,36	9.177,23	540,00	4.268,70		
			Travesaños	19,01	2,06	165,84	9,60	77,18		
			Pintura			5.026,20	295,92	2.283,54		
			Vinilos			1.838,03	106,80	858,41		
			IMPLEMENTACIÓN TOTAL			156.236,38	14.502,83	55.722,32	1.578,96	12.522,25
		OPERATIVA	Mano de obra					263.610,00	22.176,00	181.800,00
			Maquinaria			2.209,14	239,32	73,02		
			Acondicionamiento			633.193,20	36.414,00	20.930,55		
		TOTAL OPERATIVA				635.402,34	36.653,32	284.613,58	22.176,00	181.800,00
		DESMANTELAMIENTO	Desmontaje					17.700,88	1.048,32	8.218,83
			Transporte			622,91	46,31	182,22	24,00	183,36
			Deposición			15,76	1,71	35,71		
	DESMONTAJE TOTAL				638,67	48,03	17.918,81	1.072,32	8.402,19	
CICLO DE VIDA TOTAL				792.277,38	51.204,18	358.254,71	24.827,28	202.724,44		

Tabla 3. Indicadores obtenidos en la exposición de soportes impresos para cada dimensión de la sostenibilidad

7. EXPOSICIÓN AUDIOVISUAL

7.1 DISEÑO

Se parte del mismo espacio expositivo que en la exposición de soportes impresos. Un total de 300 metros cuadrados sobre los que distribuir altavoces y proyectores.

En la imagen 5 puede verse la manera en que se han distribuido los elementos, además de las proyecciones resultantes, las cuales se han calculado de forma que queden solapadas para cubrir todo el espacio.

● Altavoz IAM010

■ Proyector EPSON EB-L200F

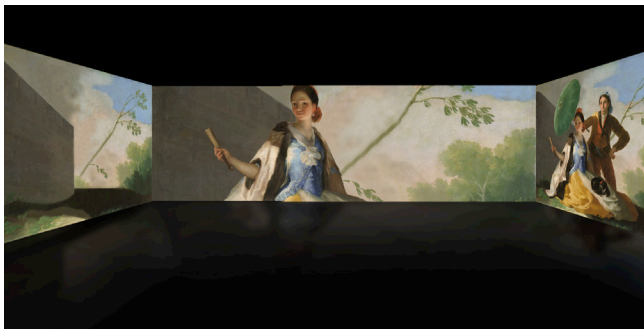


Imagen 6. Alzado de la exposición proyectada

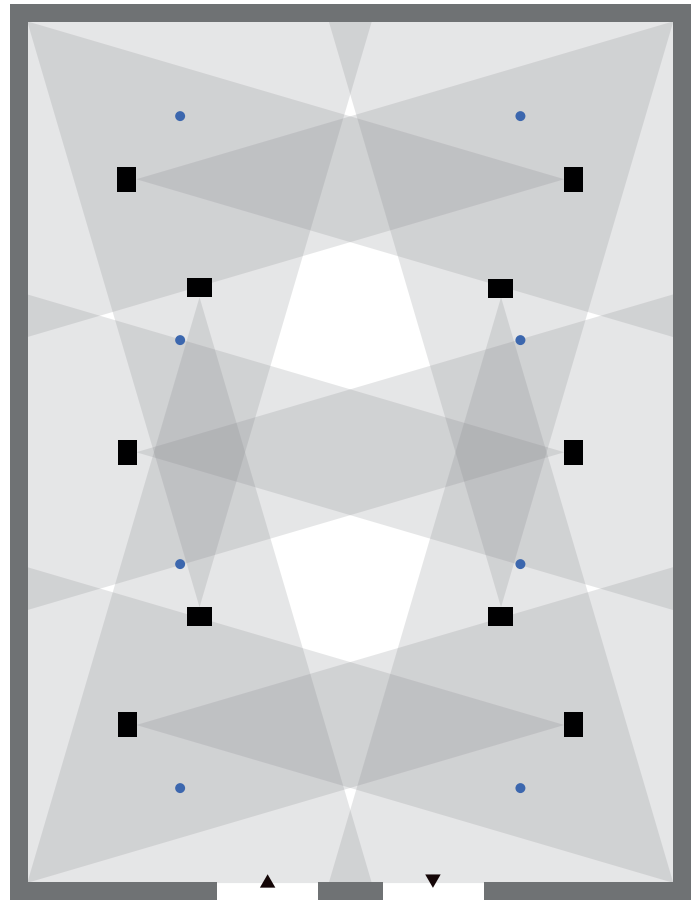


Imagen 5. Distribución del espacio expositivo - Exposición audiovisual

7.2 INVENTARIO

IMPLEMENTACIÓN

MATERIA PRIMA

El sistema expositivo se compone de 10 proyectores (+1 de respuesto) y 8 altavoces, repartidos por el techo técnico de la sala de exposición. Se contará también con un ordenador con el que se mandará la información a exponer a los proyectores y las pistas de audio a los altavoces.

Todo esto se muestra en la tabla 4.

Elemento	Unidad	Cantidad
Proyector EPSON EB-L200F	ud.	11
Altavoces IAM010	ud.	8
MacBook Air 2020	ud.	1

Tabla 4. Materia prima de la exposición audiovisual

TRANSPORTE

Se considera la carga y descarga de los proyectores, altavoces y ordenador, además del transporte del punto de recogida al lugar de exposición. Como se trata de un espacio supuesto, se ha tomado la misma distancia que en la exposición de soportes impresos.

Para la evaluación de los impactos en los 12 destinos, se tendrá en cuenta el traslado de los materiales de una ciudad a otra.

7.2 INVENTARIO

MONTAJE EN SALA

Para el montaje en sala se cuenta con la colocación y atornillado de los proyectores y altavoces y la instalación y ajuste del ordenador con el resto de elementos.

OPERATIVA

MANO DE OBRA

Se consideran los trabajadores contratados para el correcto funcionamiento de la exposición, teniendo en cuenta que la exposición abre todos los días de la semana excepto el lunes, lo que da un total de 77 días en cada ciudad.

Se supone que la sala está dentro de un centro por lo que no es necesario contar con la seguridad y taquilla.

Actividad	Turnos	Personas/turno	Horas/turno
Limpieza	1	1	1
Atención al público	2	1	5,5
Coordinación/técnico de guardia	2	1	6

Tabla 5. Mano de obra en la fase operativa - Exposición audiovisual

MAQUINARIA

Se cuenta con la maquinaria empleada para la limpieza del espacio expositivo, los proyectores, altavoces y ordenador.

ACONDICIONAMIENTO

Incluye calefacción y refrigeramiento, teniendo en cuenta que la exposición abre 11 horas al día y que se han calculado en un emplazamiento y lugar supuestos.

DESMANTELAMIENTO

DESMONTAJE

Se cuenta con la mano de obra necesaria para desmontar todos los elementos que tienen que ir al siguiente destino de exposición. En el destino final, este desmontaje se realiza para llevar los elementos al punto limpio.

TRANSPORTE

Se cuenta con el traslado de los elementos al punto limpio más cercano de la exposición. Al ser un espacio supuesto, se vuelven a tomar los datos de la exposición de soportes impresos.

DEPOSICIÓN

Se han tenido en cuenta, para el reciclado, los materiales de los que están compuestos los diferentes elementos de la materia prima. Todo se reciclará en el último destino.

- Plástico (proyectores y altavoces).
- Metal (proyectores, altavoces y ordenador).
- Vidrio (ordenador y proyectores).
- Residuos mixtos (proyector y ordenador).

7.3 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS

Los indicadores definidos anteriormente son utilizados para evaluar la sostenibilidad a lo largo de los 12 des-
tinos. Los resultados obtenidos de las actividades necesarias en el ciclo de vida de la exposición audiovisual
aparecen en la tabla 6.

En la dimensión medioambiental se obtiene una GWP_{100} total de 46.749,33 kgCO₂ eq. y un GE total de 720.578,72 MJ; en la dimensión económica se obtiene un coste total de 333.149,60 €; y en la dimensión social se obtiene un total de horas de trabajo de 23.178,44 y un salario total de 198.359,65 €.

			DIMENSIÓN MEDIOAMBIENTAL		DIMENSIÓN ECONÓMICA	DIMENSIÓN SOCIAL	
			GE (MJ)	GWP (kgCO2)	Coste (€)	Tiempo de trabajo (h)	Salario (€)
Implementación	Materia prima	Proyectores	5.346,00	138,57	18.155,28		
		Ordenador	1.266,00	80,00	1.129,00		
		Altavoces	3.148,94	369,63	1.983,12		
	Transporte		7.468,05	524,80	1.870,97	77,09	588,78
	Montaje en sala	Proyectores	356,40	38,61	8.111,10	324,00	5.593,86
		Ordenador			600,82	24,00	414,36
		Altavoces	152,06	16,47	4.646,36	185,60	3.204,38
			17.737,46	1.168,09	36.496,64	610,69	9.801,38
Operativa	Mano de obra				263.610,00	22.176,00	181.800,00
	Maquinaria (aspirador + proyector + altavoz + ordenador)		96.064,68	10.407,01	3.175,47		
	Acondicionamiento		606.754,80	35.172,00	20.056,62		
			702.819,48	45.579,01	286.842,09	22.176,00	181.800,00
Desmontaje	Desmontaje				9.793,40	391,20	6.754,07
	Transporte		4,93	0,37	1,40	0,55	4,20
	Deposición		16,85	1,87	16,07		
			21,79	2,24	9.810,87	391,75	6.758,27
CICLO DE VIDA TOTAL			720.578,72	46.749,33	333.149,60	23.178,44	198.359,65

Tabla 6. Indicadores obtenidos en la exposición audiovisual para cada dimensión de la sostenibilidad

8. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

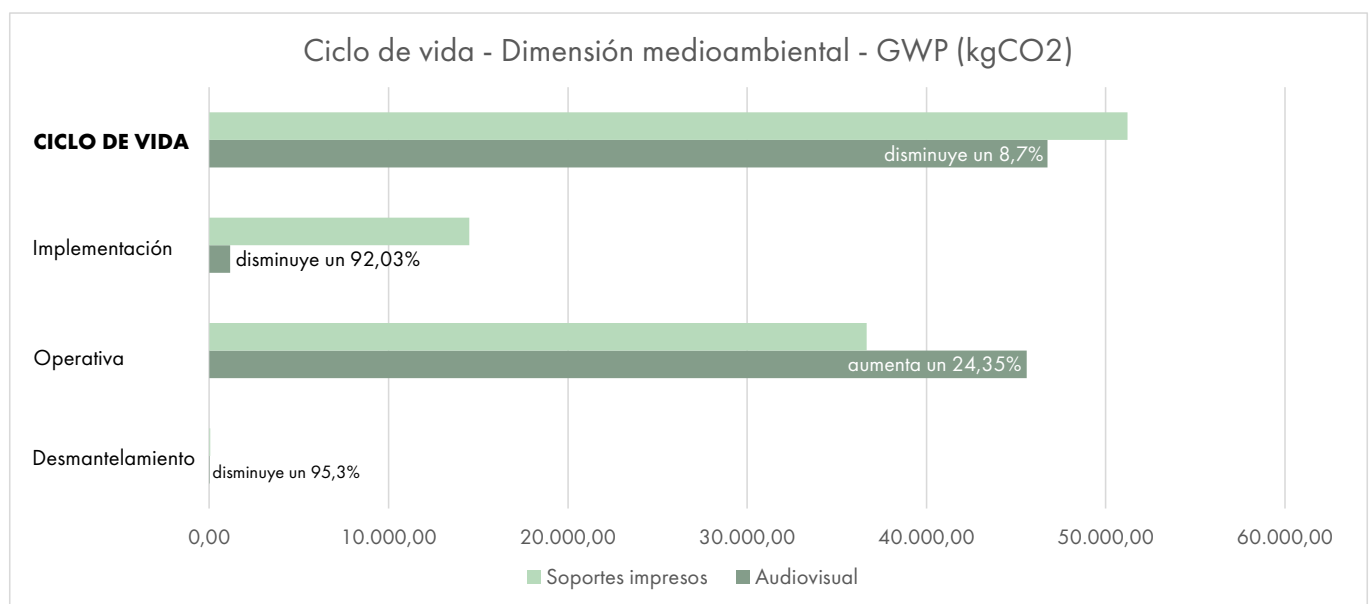
8.1 COMPARACIÓN DEL CICLO DE VIDA

Se procede a la comparación de los impactos resultantes de ambas exposiciones diseñadas, con la ayuda de las gráficas comparativas mostradas.

En el **ciclo de vida** completo, los impactos han disminuido: un 8,7% en la dimensión medioambiental, un 7% en la dimensión económica, y un 6,64% en la dimensión social; en la exposición audiovisual respecto a la exposición de soportes impresos.

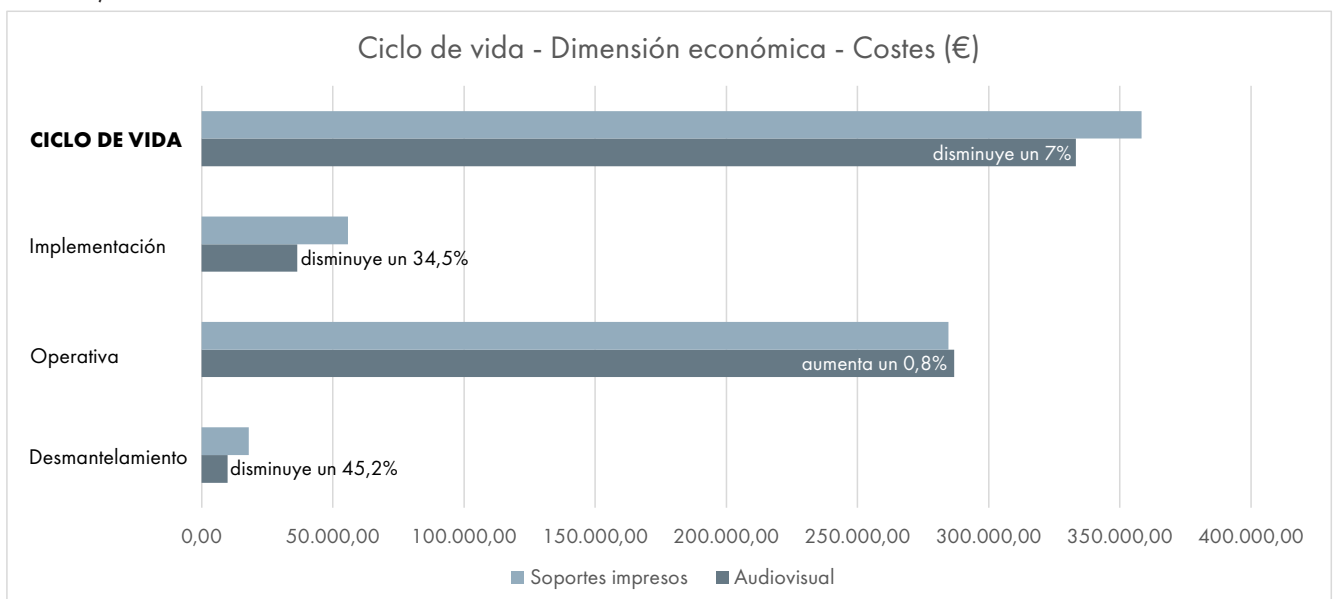
En los dos sistemas la fase que más impacto tiene es la **operativa**, siendo mayor el impacto en la exposición audiovisual. Sin embargo, en las fases de implementación y desmantelamiento, se reducen notablemente los impactos en la exposición audiovisual.

La **dimensión medioambiental**, en las fases de **implementación** y **desmantelamiento**, se han reducido un 92,03% y un 93,93% respectivamente, en la exposición audiovisual respecto a la exposición de soportes impresos. Sin embargo, la **operativa** ha aumentado un 24,35% en la exposición audiovisual. (Gráfica 1)



Gráfica 1. Gráfica comparativa dimensión medioambiental - Ciclo de vida

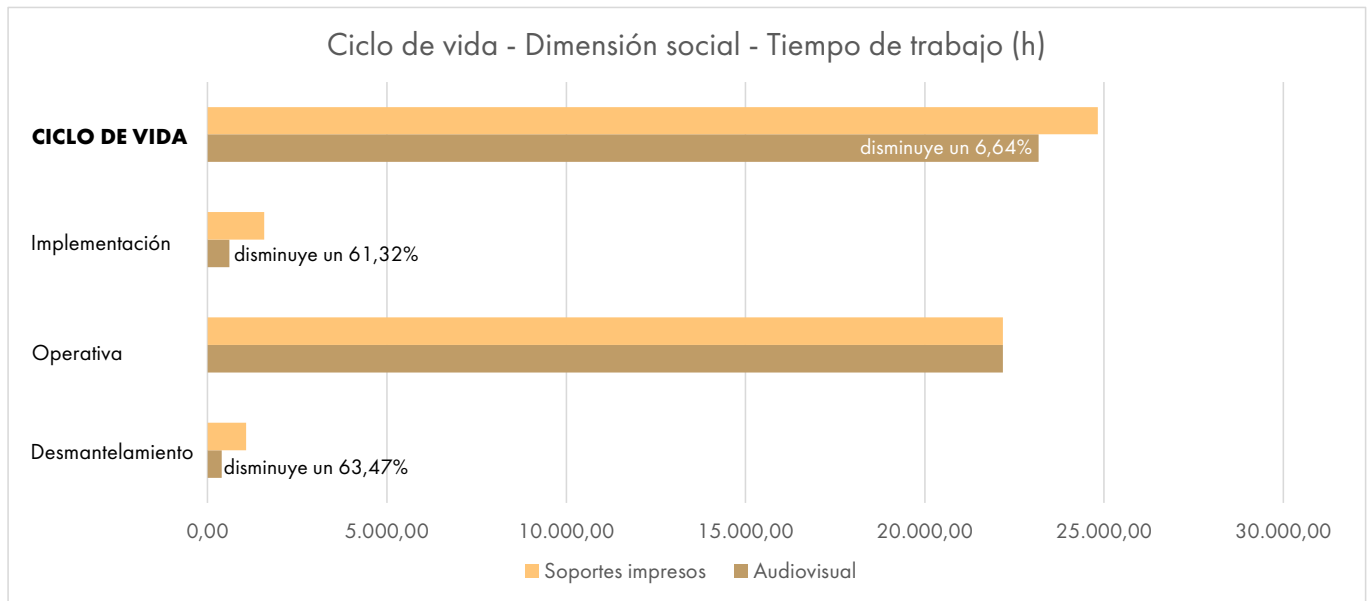
En la **dimensión económica** sucede algo parecido. Las fases de **implementación** y **desmantelamiento** disminuyen (un 34,5% y un 45,2% respectivamente), pero la fase de **operativa** aumenta, esta vez en un 0,8%. (Gráfica 2)



Gráfica 2. Gráfica comparativa dimensión económica - Ciclo de vida

8.1 COMPARACIÓN DEL CICLO DE VIDA

Finalmente, en la **dimensión social**, disminuyen las fases de **implementación** y **desmantelamiento**, como en las otras dimensiones, pero la fase de **operativa** se queda igual en ambas exposiciones. (Gráfica 3)



Gráfica 3. Gráfica comparativa dimensión social - Ciclo de vida

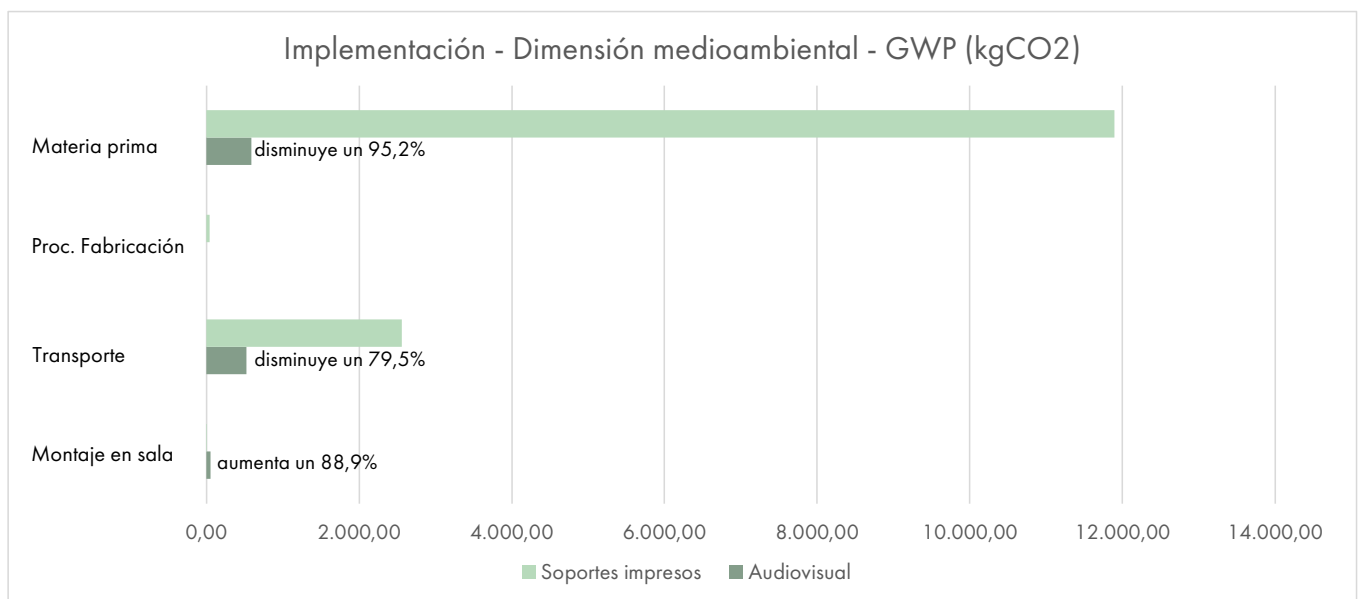
8.2 COMPARACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN

En cuanto a la fase de implementación, el cambio más notable que se observa entre ambas exposiciones es el hecho de que en la audiovisual los **procesos de fabricación** quedan fuera del alcance del proyecto ya que los elementos ya están fabricados, por lo que se reduce en un 100%.

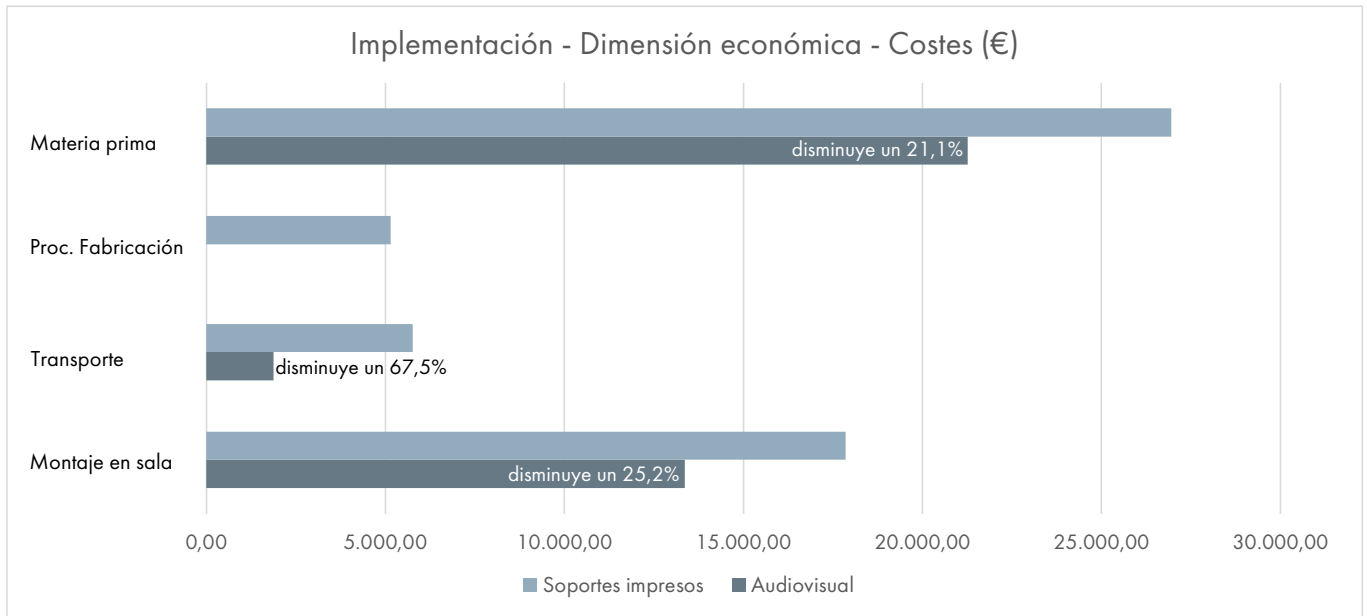
La partida de **materia prima** disminuye notablemente, en la exposición audiovisual: en la **dimensión medioambiental** (Gráfica 4), un 95,2%; y en la **dimensión económica** disminuye un 21,1% (Gráfica 5).

La partida de **transporte** disminuye en las tres dimensiones. Esto es debido a la poca cantidad de material que existe en la exposición audiovisual respecto a la exposición de soportes impresos, por lo que se necesitan menos horas de trabajo y menos trabajadores para transportar, cargar y descargar y, por lo tanto, hay menor gasto económico y menor consumo de energía del transporte escogido, además de necesitar un transporte de menores dimensiones, menor consumo y menor precio.

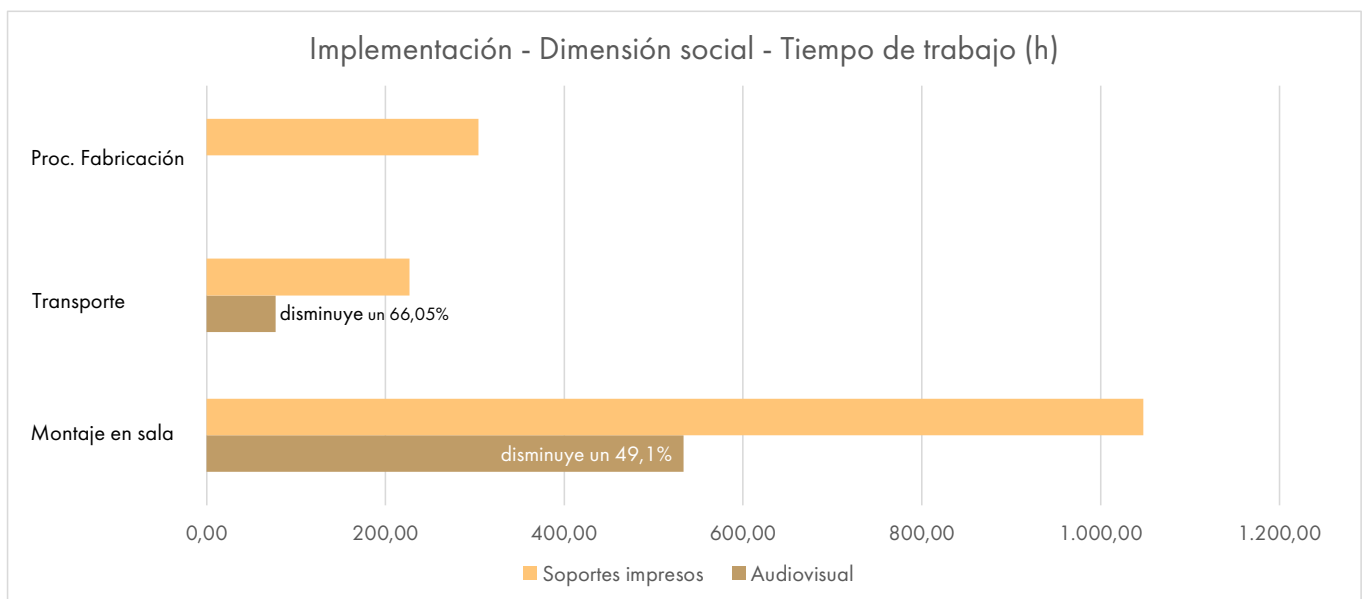
En cuanto a la partida de **montaje en sala**, en las **dimensiones económica y social** disminuye (en un 25,2% (Gráfica 5) y un 49,1% (Gráfica 6) respectivamente) y en la **dimensión medioambiental** (Gráfica 4) aumenta, en la exposición proyectada respecto a la de soportes impresos. Esto se debe a que en la exposición audiovisual hay un menor número de trabajadores y el tiempo de montaje es menor, sin embargo, el consumo energético de las herramientas es mayor que en la exposición de soportes impresos.



8.2 COMPARACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN



Gráfica 5. Gráfica comparativa dimensión económica - Implementación

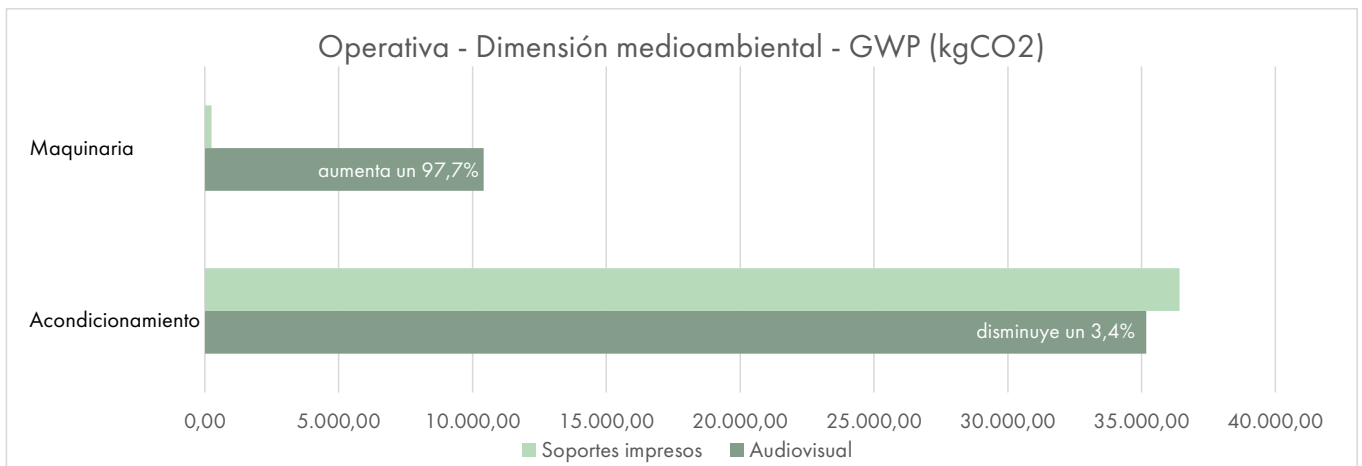


Gráfica 6. Gráfica comparativa dimensión social - Implementación

8.3 COMPARACIÓN DE LA OPERATIVA

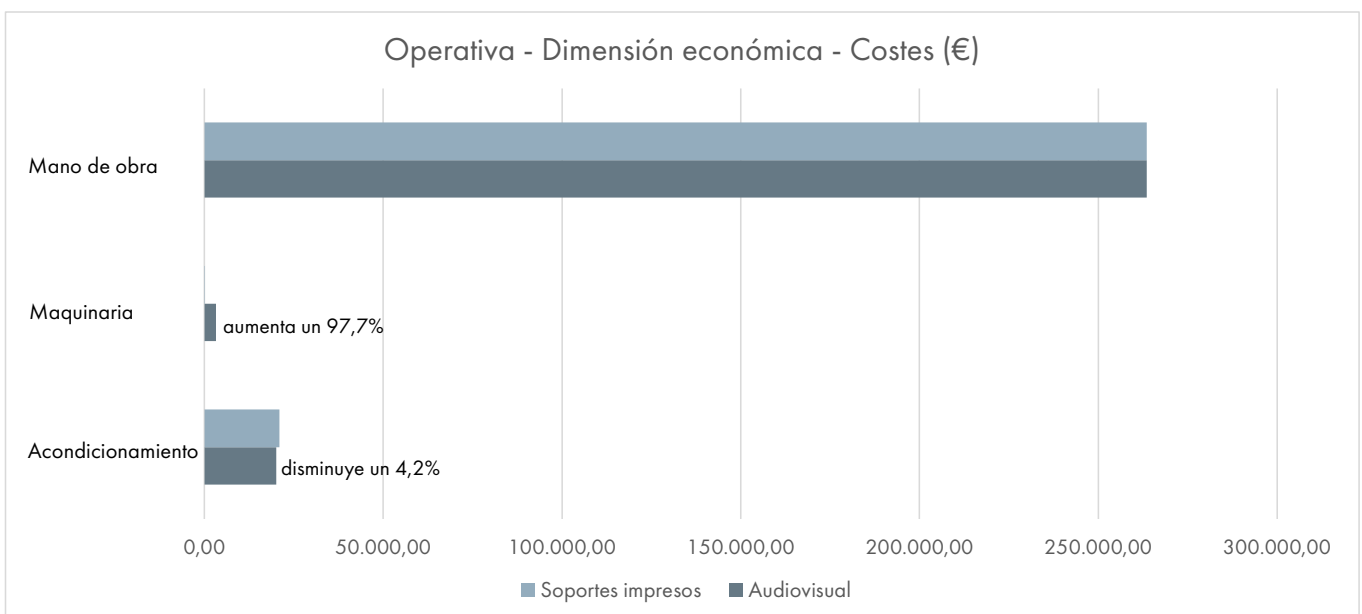
La fase operativa es la que más impacto tiene en el ciclo de vida de ambas exposiciones. Está dividida en: mano de obra, que cuenta con los trabajadores necesarios para el correcto funcionamiento de las exposiciones; la maquinaria, donde entran los elementos que consumen energía durante la apertura de las exposiciones (aspirador, proyectores, altavoces y ordenador); y el acondicionamiento, el cual depende de la localización de la sala, y donde entran la iluminación primaria, refrigeración y calefacción.

En la **dimensión medioambiental**, el **acondicionamiento** disminuye en un 3,4% debido a que en la exposición audiovisual no se va a contar con la iluminación primaria, ya que no es necesaria. Sin embargo, la **maquinaria** aumenta un 97,7% debido al gasto que generan los proyectores, altavoces y ordenador. (Gráfica 7)



Gráfica 7. Gráfica comparativa dimensión medioambiental - Operativa

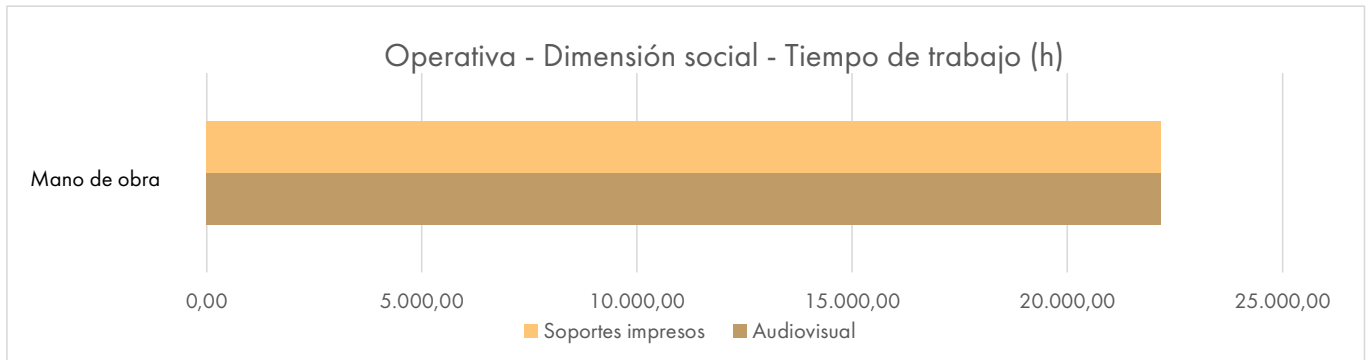
En la **dimensión económica** sucede lo mismo en estas dos fases: la **maquinaria** aumenta un 97,7% y el **acondicionamiento** disminuye un 4,2%. (Gráfica 8)



Gráfica 8. Gráfica comparativa dimensión económica - Operativa

8.3 COMPARACIÓN DE LA OPERATIVA

La **mano de obra** permanece igual, tanto en la **dimensión económica**, como en la **dimensión social**, ya que en ambas exposiciones se va a contar con el mismo personal y las mismas horas y días de apertura. (Gráfica 9)



Gráfica 9. Gráfica comparativa dimensión social - Operativa

8.4 COMPARACIÓN DEL DESMANTELAMIENTO

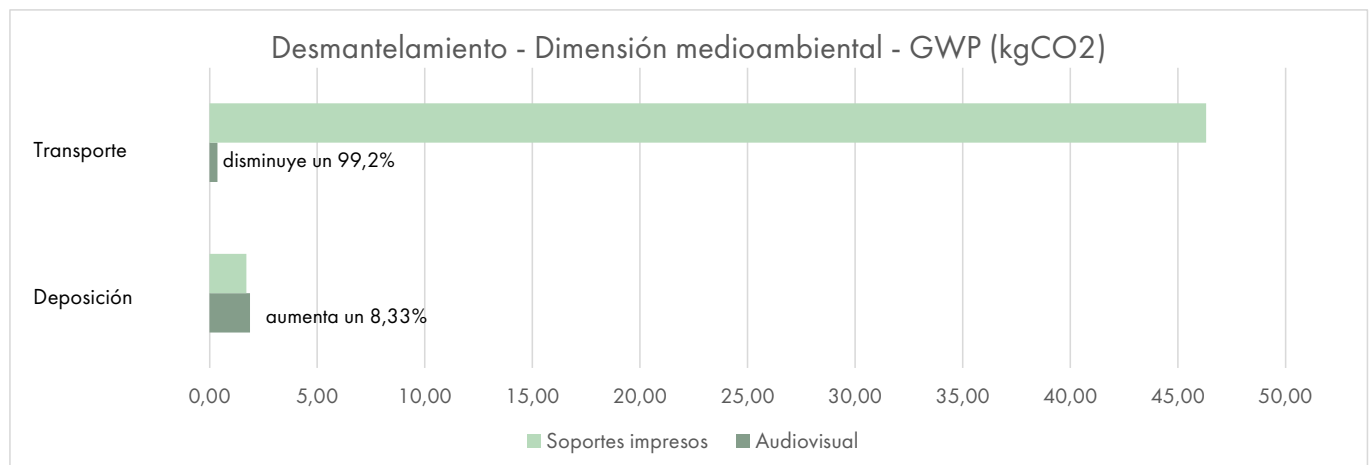
Finalmente, en el desmantelamiento entran las partidas de desmontaje, transporte y deposición.

El **transporte** disminuye un 98,95% en la **dimensión medioambiental** (Gráfica 10), un 99% en la **dimensión económica** (Gráfica 11) y un 97,7% en la **dimensión social** (Gráfica 12). Esto se debe al poco volumen que se transporta en la exposición audiovisual, de la exposición al punto limpio, además de que en esta exposición solo se llevan los elementos al punto limpio en el último destino, ya que se reutiliza todo.

El **desmontaje**, en la **dimensión económica**, disminuye un 44,7% y, en la **dimensión medioambiental**, un 62,7%. Esto es debido a que en la exposición audiovisual no son necesarios tantos trabajadores ni tantas horas de trabajo para realizar esta fase de desmontaje.

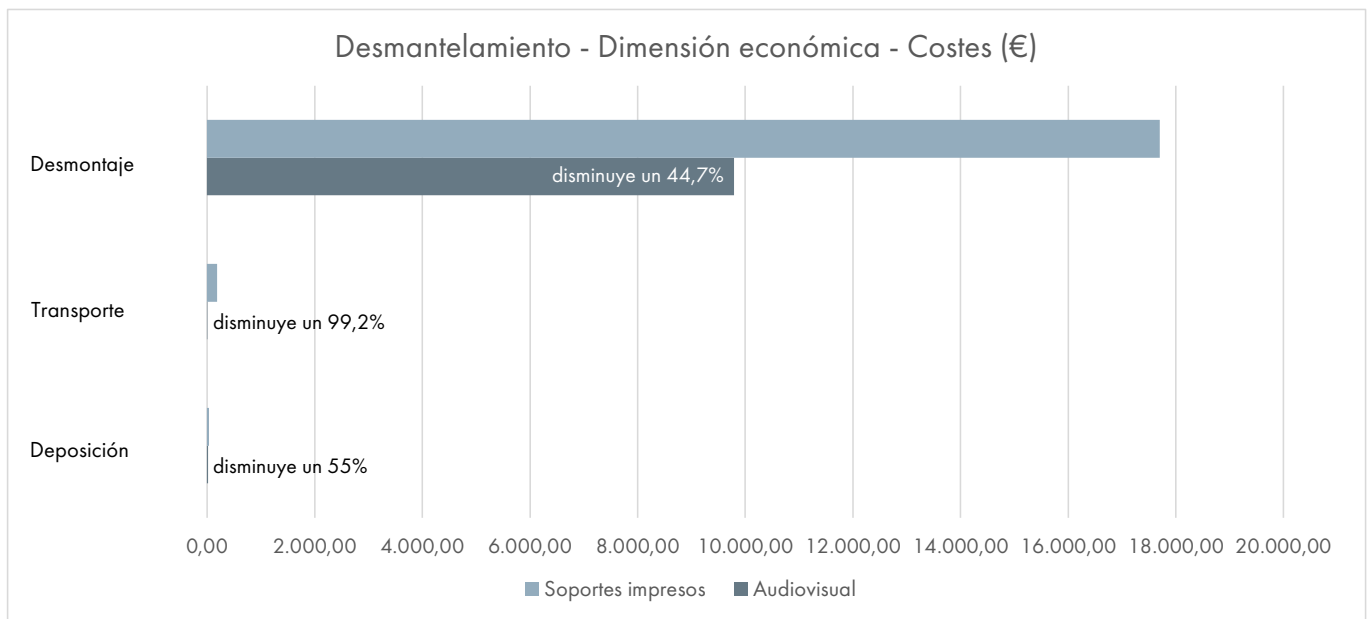
La **deposición**, en la **dimensión económica** disminuye un 55% debido a la poca cantidad de materiales que se reciclan; sin embargo, en la **dimensión medioambiental**, aumenta un 8,33%, debido a que los materiales que se llevan al punto limpio, en la exposición audiovisual, suponen un mayor impacto en la huella de carbono que los materiales de la exposición impresa.

Hay que tener en cuenta que, en la exposición de soportes impresos, se están reutilizando muchos de los materiales que se emplean para su desarrollo. Si en cada destino se rehiciesen los elementos que se están reutilizando, el impacto en la deposición sería mucho mayor.

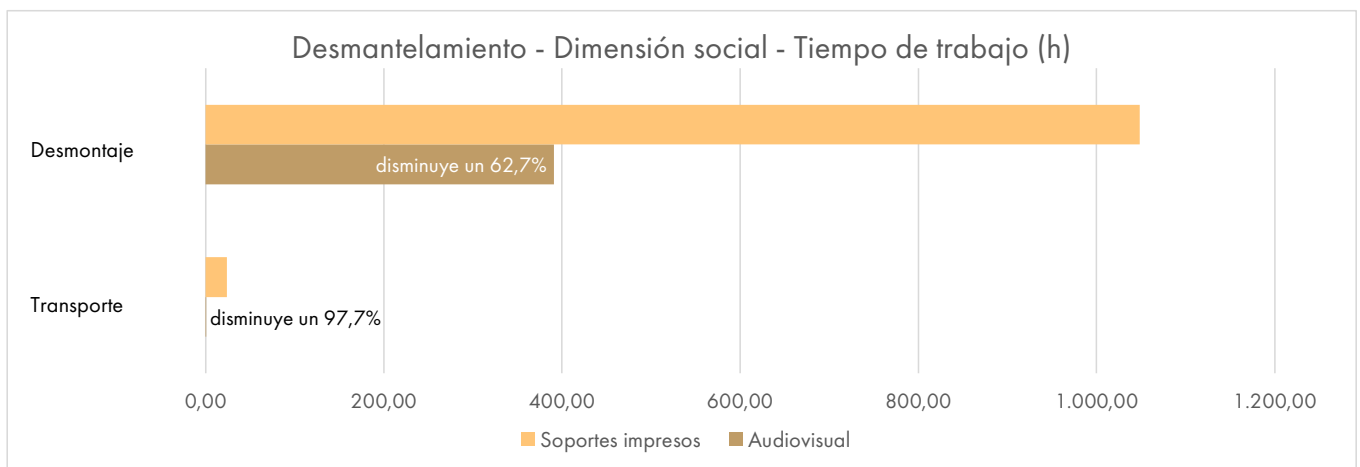


Gráfica 10. Gráfica comparativa dimensión medioambiental - Desmantelamiento

8.4 COMPARACIÓN DEL DESMANTELAMIENTO



Gráfica 11. Gráfica comparativa dimensión económica - Desmantelamiento

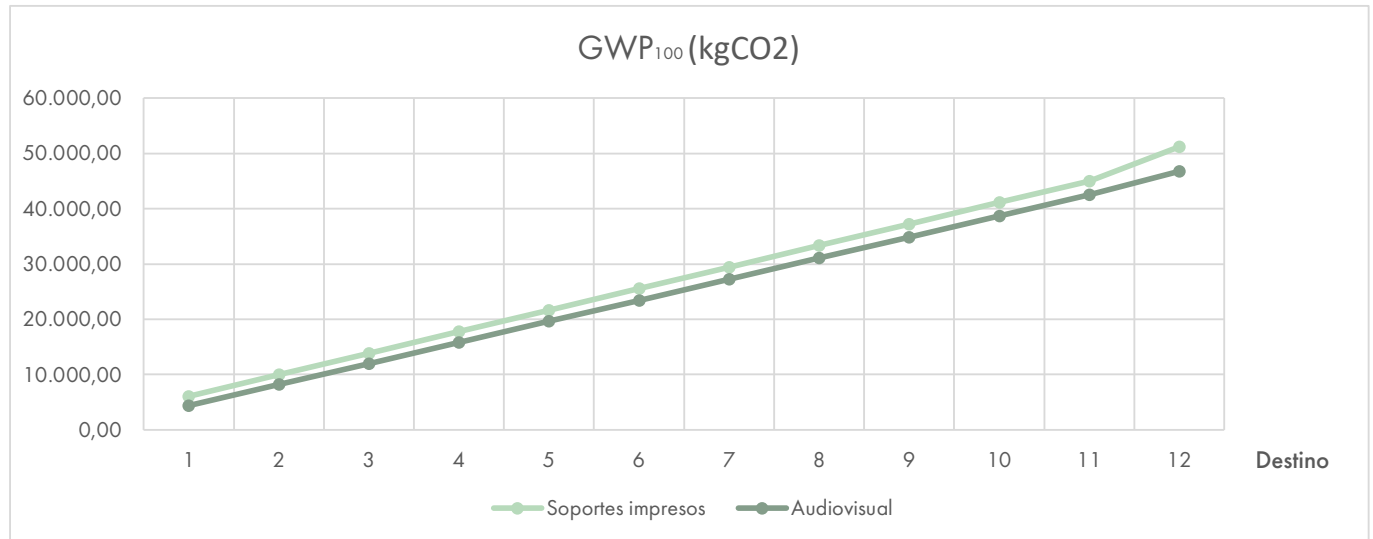


Gráfica 12. Gráfica comparativa dimensión social - Desmantelamiento

8.5 ESTUDIO DE SENSIBILIDAD

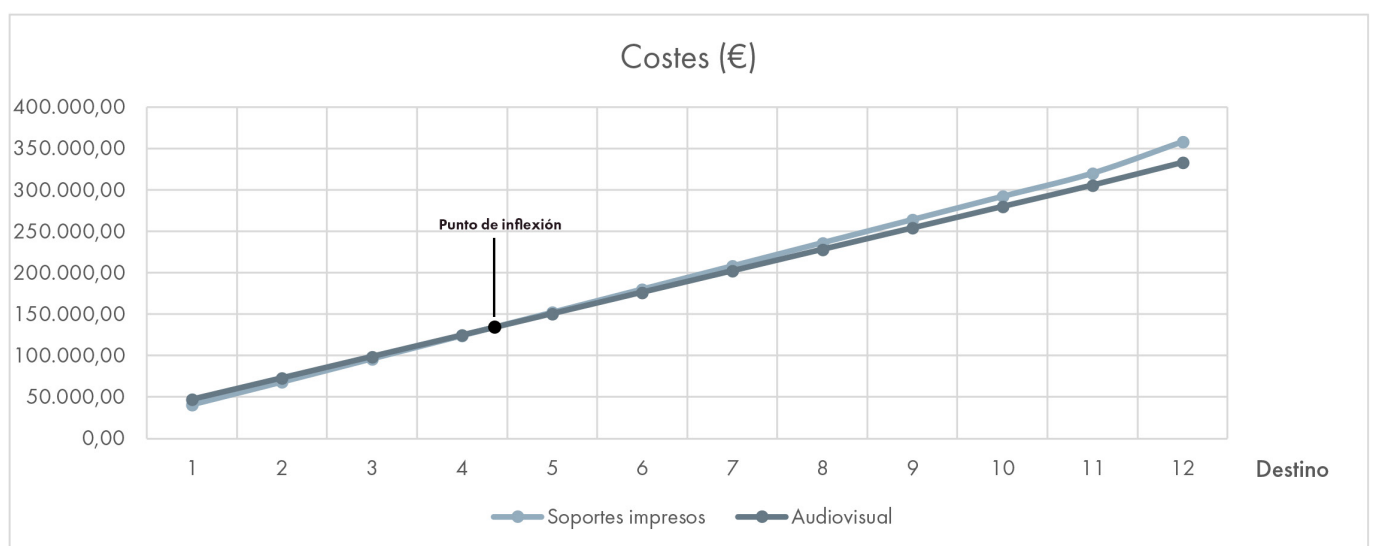
Se realiza un estudio de sensibilidad de los indicadores de sostenibilidad, según el número de destinos que realiza cada exposición. Se hace tomando los datos totales del ciclo de vida.

En la **dimensión medioambiental**, realizando un único destino, el indicador de la exposición audiovisual es menor que el de la exposición de soportes impresos. Conforme el número de destinos aumenta, esta reducción también aumenta.



Gráfica 13. Gráfica dimensión medioambiental - Estudio de sensibilidad

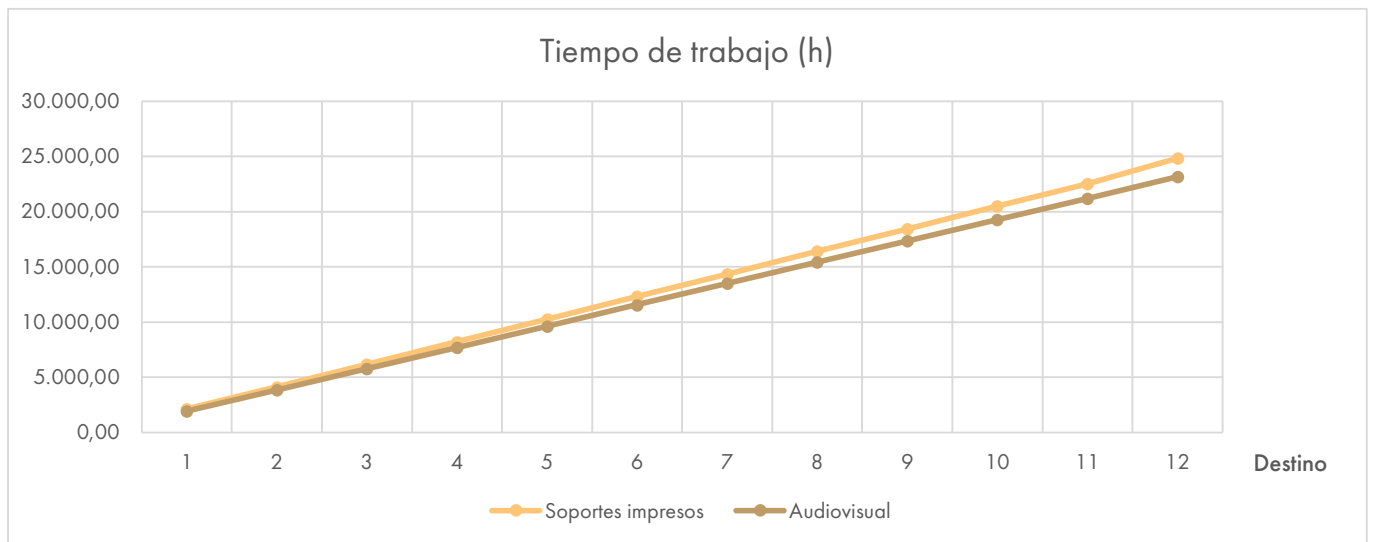
En la **dimensión económica**, el indicador de la exposición audiovisual comienza siendo mayor respecto a la exposición de soportes impresos, por lo que, en un principio, resulta mejor ésta última. Se observa un punto de equilibrio entre los destinos 4 y 5, lo que significa que, a partir del quinto destino, sale más rentable la exposición audiovisual. Conforme se aumenten los destinos, por tanto, la exposición audiovisual resultará más sostenible y rentable que la exposición de soportes impresos.



Gráfica 14. Gráfica dimensión económica - Estudio de sensibilidad

8.5 ESTUDIO DE SENSIBILIDAD

En la **dimensión social** sucede como en la dimensión medioambiental. Realizando un único destino, el indicador de la exposición audiovisual ya es menor respecto a la exposición de soportes impresos. Conforme aumenta el número de destinos, aumenta la reducción de este valor. No resulta una reducción muy notable.



Gráfica 15. Gráfica dimensión social - Estudio de sensibilidad

9. CONCLUSIONES

A lo largo del proyecto se ha evaluado la sostenibilidad de todo el ciclo de vida de dos sistemas expositivos diferentes, basados en un mismo tema: la vida del artista Francisco de Goya. Siguiendo la metodología de Análisis de Sostenibilidad del Ciclo de Vida (ASCV), se han evaluado las tres dimensiones de la sostenibilidad.

El primer modelo de exposición se realiza con soportes impresos: las reproducciones de las obras están impresas en vinilos o telas y se colocan sobre un sistema modular auxiliar, el cual se ha dispuesto de forma que se creen diferentes estancias en la sala de la que se parte; y se compara con una exposición audiovisual, realizada mediante proyecciones sobre una sala diáfana.

Los resultados obtenidos muestran que la exposición audiovisual resulta más sostenible que la exposición de soportes impresos. Se obtiene una disminución del impacto medioambiental del 8,7%; una disminución del impacto económico del 7%; y una disminución del impacto social del 6,64%.

Estos datos obtenidos sorprenden, ya que al inicio del proyecto, cuando no se tenían datos en los que basarse, se pensaba que resultaría mucho más sostenible la exposición audiovisual de lo que se ha obtenido.

En ambas exposiciones la operativa es la fase que más impacto tiene en el ciclo de vida. Para poder reducir los impactos en esta fase se podrían disminuir las horas de apertura de la exposición.

Si las exposiciones se hubiesen llevado a la realidad, se podría haber visto el flujo de visitantes y, quizás, se podría haber prescindido de abrir las exposiciones en las horas de menor flujo.

De esta forma, se reducirían tanto las horas de los trabajadores, lo que afectaría a las dimensiones social y económica, como las horas de funcionamiento de los proyectores y altavoces en la exposición audiovisual, lo que afecta en las dimensiones medioambiental y económica.

La siguiente fase que produce más impacto es la implementación. En esta fase se ha podido observar una gran diferencia de mejora en la exposición audiovisual respecto a la exposición de soportes impresos. Cabe destacar que, en ésta última, se ha reutilizado la mayoría de la materia prima que se emplea para el desarrollo de la exposición. Si se hubiesen vuelto a fabricar en cada uno de los diferentes destinos los módulos, las obras impresas en tela, los travesaños, las escuadras, etc; el impacto obtenido habría sido mucho mayor.

Gracias al estudio de sensibilidad realizado, se ha podido conocer que la exposición audiovisual comienza a ser más sostenible que la exposición de soportes impresos entre el cuarto y el quinto destino, donde se encuentra el punto de inflexión en la dimensión económica, ya que las dimensiones medioambiental y social desde el primer destino resultan más sostenibles. Para conseguir que la exposición audiovisual resulte más rentable desde destinos anteriores al quinto, habría que conseguir reducir los impactos de la dimensión económica. Para ello, habría que influir en la fase de la operativa y en la fase de implementación actuando en el impacto de la materia prima.

Poco a poco la sociedad va estando más concienciada con la sostenibilidad y las empresas procuran lanzar productos que contribuyan a ello, por lo que quizás en unos años se puedan ver productos con la misma calidad, pero más concienciados con el medio ambiente, de manera que se podría reducir más el impacto medioambiental de la exposición proyectada cambiando la materia prima.

En conclusión, la exposición audiovisual resulta más sostenible que la exposición de soportes impresos, pero ¿es esta la única razón en la que deberíamos fijarnos a la hora de elegir cuál realizar?

Además de los aspectos medioambientales, económicos y sociales tratados en este estudio, a la hora de escoger qué exposición realizar, se deben tener en cuenta otros aspectos, como la experiencia de usuario, la pregnancia y la calidad de la exposición; aspectos que quedan fuera del alcance de este trabajo.

10. LIMITACIONES DEL PROYECTO

El alcance del proyecto se limita al diseño conceptual de las exposiciones junto con la creación de los sistemas expositivos, la selección de la información a exponer, la operación del servicio en el espacio, el transporte del sistema expositivo y contenidos y el desmantelamiento final. No se ha tenido en cuenta todo el trabajo previo que incluyen el trabajo de los diseñadores gráficos (exposición de soportes impresos) o el técnico que debe cuadrar las proyecciones, en el caso de la exposición audiovisual.

Ampliando el alcance del proyecto, se podría conseguir un estudio más completo y, por tanto, una evaluación de la sostenibilidad más completa.

Para que el proyecto fuese abaricable, no se han tenido en cuenta estos aspectos por lo que no se incluyeron en el alcance para conseguir una mayor precisión.

Los resultados del estudio pueden variar dependiendo de la superficie del espacio expositivo, que influiría tanto en la implementación, como en la operativa y desmantelamiento, ya que habría que crear más materia prima para cubrir todo el espacio, serían necesarios más trabajadores para la puesta en marcha de la exposición y el desmantelamiento aumentaría al aumentar la materia prima a llevar al punto limpio; y las horas de apertura al público, lo cual influiría en la operativa.

Otro aspecto que se podría tener en cuenta a la hora de ampliar el estudio es el número de indicadores utilizados. En el indicador social, por ejemplo, se ha contado con las horas de los trabajadores y el salario, pero se puede ver también cómo influye en la sociedad en general. ¿Qué es lo que prefiere el visitante? ¿Qué nivel de pregnancia tiene una exposición de soportes impresos frente a una exposición audiovisual? Viendo que en el estudio no se ha obtenido una gran diferencia se podría incluir la experiencia del usuario u otros indicadores que ayuden a realizar un análisis más profundo, tanto en la dimensión social, como en cualquiera de las otras dos dimensiones de la sostenibilidad, económica y medioambiental.

Al final, en el estudio solo se ha realizado una comparación desde el punto de vista de la sostenibilidad, pero queda abierto a otras ampliaciones para futuros estudios.

11. BIBLIOGRAFÍA

INVESTIGACIÓN

INFORMACIÓN FRANCISCO DE GOYA:

- Vida de Francisco de Goya
<https://www.museodelprado.es/coleccion/artista/goya-y-lucientes-francisco-de/39568a17-81b5-4d6f-84fa-12db60780812?searchid=abbb0649-1cd2-8147-c989-e4cb2fb74dad>
(Consultado en septiembre de 2020)
- Etapas de la vida de Francisco de Goya
Maffei, Rodolfo. (2004). *Los grandes genios del arte: Goya*. (2a ed.). Madrid: El mundo.

OBRAS A EXPONER:

- *Aníbal vencedor, que por primera vez miró Italia desde los Alpes*
https://historia-arte.com/_/eyJ0eXAiOiJKV1QiLCJhbGciOiJIUzI1NiJ9.eyJpbSI6WyJcL2FydHdvcmtdl2ltYWdlRmlsZVwvNWVIMTM1Mm-VjMDdhOS5qcGciLCJyZXNpemUsMjAwMCwyMDAwIl19.e5kZ63x32zfx853qPEijl0TW4gzAdjbiVvST8mcjJJO.jpg
(Consultado en septiembre de 2020)
- *Baile a orillas del Manzanares*
<https://www.museodelprado.es/coleccion/obra-de-arte/baile-a-orillas-del-manzanares/9a7fd0ca-37d4-40d5-8b1c-8d86394d-d729?searchid=f9aaa974-2af2-ac21-72eb-274876d5c50b>
(Consultado en septiembre de 2020)
- *El quitasol*
<https://www.museodelprado.es/coleccion/obra-de-arte/el-quitasol/a230a80f-a899-4535-9e90-ad883bd096c5?searchid=f9aaa974-2af2-ac21-72eb-274876d5c50b>
(Consultado en septiembre de 2020)
- *El pelele*
<https://www.museodelprado.es/coleccion/obra-de-arte/el-pelele/a1af2133-ff7b-4f47-a4ac-030cb23cb5b6?searchid=9541dbd2-70e3-d6e8-0564-257035c2759b>
(Consultado en septiembre de 2020)
- *La gallina ciega*
<https://www.museodelprado.es/coleccion/obra-de-arte/la-gallina-ciega/a490da25-de17-4936-8f29-3cb418ae6e0b?searchid=9541dbd2-70e3-d6e8-0564-257035c2759b>
(Consultado en septiembre de 2020)
- *Autorretrato (1795-1797)*
<https://www.museodelprado.es/coleccion/obra-de-arte/autorretrato/93d004b2-c4a6-428a-96fe-7c52b1283af7?searchid=a13e5e9d-b96c-71b3-4cdd-b2f8d647340a>
(Consultado en septiembre de 2020)
- *La maja desnuda*
<https://www.museodelprado.es/coleccion/obra-de-arte/la-maja-desnuda/65953b93-323e-48fe-98cb-9d4b15852b18?searchid=a13e5e9d-b96c-71b3-4cdd-b2f8d647340a>
(Consultado en septiembre de 2020)
- *El 2 de mayo de 1808 en Madrid: la lucha con los Mamelucos*
<https://www.museodelprado.es/coleccion/obra-de-arte/el-2-de-mayo-de-1808-en-madrid-o-la-lucha-con-los/57dacf2e-5d10-4ded-85aa-9ff6f741f6b1?searchid=d6afc00c-1c16-78e7-66ae-b2df9e0b71be>
(Consultado en septiembre de 2020)
- *El 3 de mayo de 1808 en Madrid: los fusilamientos de la montaña del Príncipe Pío*
<https://www.museodelprado.es/coleccion/obra-de-arte/el-3-de-mayo-en-madrid-o-los-fusilamientos/5e177409-2993-4240-97fb-847a02c6496c?searchid=f1bfa7f0-a08b-e69b-d9e2-6cfe971ab27b>
(Consultado en septiembre de 2020)
- *Dos viejos comiendo*
<https://www.museodelprado.es/coleccion/obra-de-arte/dos-viejos-comiendo/67eecb35-18d3-4377-9482-739713680b42?searchid=d6afc00c-1c16-78e7-66ae-b2df9e0b71be>
(Consultado en septiembre de 2020)
- *El aquelarre*
<https://www.museodelprado.es/coleccion/obra-de-arte/el-aquelarre-o-el-gran-cabron/09559184-cfeb-48fe-8acc-89b070b64d92?searchid=d6afc00c-1c16-78e7-66ae-b2df9e0b71be>
(Consultado en septiembre de 2020)

11. BIBLIOGRAFÍA

- *Saturno devorando a un hijo*
<https://www.museodelprado.es/coleccion/obra-de-arte/saturno/18110a75-b0e7-430c-bc73-2a4d55893bd6?searchid=d6a-fc00c-1c16-78e7-66ae-b2df9e0b71be>
(Consultado en septiembre de 2020)
- *Autorretrato (1815)*
<https://www.museodelprado.es/coleccion/obra-de-arte/autorretrato/a3bf3226-62ba-44f2-9b94-aa7155c3c488?searchid=d6a-fc00c-1c16-78e7-66ae-b2df9e0b71be>
(Consultado en septiembre de 2020)

EXPOSICIÓN SOPORTES IMPRESOS

ARTÍCULOS, PDFs:

- Díez Pérez, Olalla (2019-2020). *Estudio de la sostenibilidad aplicada al diseño de una exposición itinerante*. (Trabajo fin de grado). Universidad de Zaragoza, Zaragoza.
- Villoria Sáez, Paola (2014). *Sistema de gestión de residuos de construcción y demolición en obras de edificación residencial. Buenas prácticas en la ejecución de obra*. Madrid. (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

MATERIA PRIMA:

- Tableros DM
<https://maderasdanielfuster.com/wp-content/uploads/2015/11/Catalogo-Maderas-Fuster-Tableros-DM-.pdf>
(Consultado en diciembre de 2020)
- Tubillones
<https://www.leroymerlin.es/fp/12228825/espiga-de-fijacion-wolcraft.herramientas accesorios-de-herramientas tubillones-y-espigas>
(Consultado en diciembre de 2020)
- Tirafondos
<https://www.indexfix.com/producto/11093-TEX-BP-bicromatado-huella-pz>
(Consultado en diciembre de 2020)
- Vinilos
https://www.comprarvinilo.es/epages/62038750.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/62038750/Products/vinilo-pro/SubProducts/vinilo-pro-001
(Consultado en diciembre de 2020)
- Transportador
https://www.comprarvinilo.es/epages/62038750.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/62038750/Products/cinta-transportadora-pvc/SubProducts/cinta-transportadora-pvc-0001
(Consultado en diciembre de 2020)
- Escuadras
<https://www.bauhaus.es/conectores-angulares/stabilit-escuadra-ancha/p/10670935>
(Consultado en abril de 2021)
- Marcos de aluminio - Modelos P15, P36
<https://printitbcn.com/paredes-y-marcos-retroiluminados/>
PDF - Catálogo de perfiles proporcionado por la empresa
- Cuadros (tela)
<https://printitbcn.com/paredes-y-marcos-retroiluminados/>
- Iluminación - Carril electrificado trifásico VINTS44002/VINSPW11 SK23, grupo LLEDÓ.
https://lledogrup.com/documents/downloads/LLED0_CARRILES_TRIFASICOS.pdf
(Consultado en marzo de 2021)
- Iluminación - Proyector VIEW CRI90 PLUS, grupo LLEDÓ.
https://lledogrup.com/documents/es/LLED0_885634S9320SPBM.pdf
(Consultado en marzo de 2021)

11. BIBLIOGRAFÍA

TRANSPORTE:

- Camión IVECO 25m³
Consumo - <https://www.iveco.com/spain/Pages/Home-Page.aspx>
Precio alquiler - <https://www.alquilerfurgonetasgregorio.com/>
(Consultado en marzo de 2021)
- “Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización” realizado por el Ministerio para la Transición Ecológica:
https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia_huella_carbono_tcm30-479093.pdf
(Consultado en marzo de 2021)

MAQUINARIA:

- Aspiradora industrial mod.SWL700ET
https://es.lavorpro.com/files/pressareacontents_image/5daea939-6e54-436c-8bfd-4a49919ce63f.pdf
(Consultado en abril de 2021)
- Sicar G3S 2600
Sicar G3S 2600: Sicar G3S 1500-2600 Classic line Manual, Longkou Leader Machinery Manufacture CO.,LTD. ©2016.
(Consultado en marzo 2020)
- Optimum B25: Manual de instrucciones Edición 1.5.1,09/2013, Kilian Stürmer, Optimun Maschinen
<https://www.herraiz.com/uploads/productos/4193/taladro-de-sobremesa-aslak-optimum-b-13-monofasico-300-w-ref.-3008131-0.pdf>
(Consultado en marzo 2020)
- Cehisa Compact S: Cehisa chapeadoras, Ctra. C-59, Km 17,2E-08140 Caldes de Montbui, Barcelona
<http://www.cehisa.es/es/chapeadoras/16-chapeadora-compact-s-cehisa.html>
(Consultado en marzo 2020)
- GSR 12V-15: Especificaciones técnicas 20/06/2020
<https://www.bosch-professional.com/es/es/pdf/productdata/gsr-12v-15-sheet.pdf>
(Consultado en marzo 2020)

PROGRAMAS:

- Programa CYPE Ingenieros y realizado con Arquímedes v2020:
<http://www.cype.es/cypeingenieros/>
- Programa CEX v2.3:
<https://www.efinova.es/CE3X>

EXPOSICIÓN AUDIOVISUAL

ARTÍCULOS, PDFs:

- Díez Pérez, Olalla (2019-2020). *Estudio de la sostenibilidad aplicada al diseño de una exposición itinerante*. (Trabajo fin de grado). Universidad de Zaragoza, Zaragoza.
- Villoria Sáez, Paola (2014). *Sistema de gestión de residuos de construcción y demolición en obras de edificación residencial. Buenas prácticas en la ejecución de obra*. Madrid. (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Datos medioambientales promedio proyector + materiales proyector:
Cheung, C. W., Berger, M., & Finkbeiner, M. (2018). Comparative life cycle assessment of re-use and replacement for video projectors. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 23(1), 82-94.
- Datos medioambientales promedio ordenador portátil:
Jönbrink, A. K. (2007). Lot 3 personal computers (desktops and laptops) and computer monitors: final report (task 1-8). Mölndal, 325.
- Datos materiales ordenador portátil:
Tecchio, P., Ardente, F., Marwede, M., Clemm, C., Dimitrova, G., & Mathieux, F. (2018). Analysis of material efficiency aspects of personal computers product group. Luxembourg. doi, 10, 89220.

11. BIBLIOGRAFÍA

MATERIA PRIMA:

- Proyector EPSON EB-L200F
<https://www.epson.es/products/projectors/home-cinema/eb-l200f>
(Consultado en abril de 2021)
- MacBook Air 2020
https://www.apple.com/euro/environment/pdf/a/generic/products/notebooks/13-inch_MacBookAir_PER_Nov2020.pdf
(Consultado en abril de 2021)
- Altavoces IAM010
<http://www.cype.es/cypeingenieros/>

TRANSPORTE:

- Furgoneta Citroen Berlingo 3m³
Consumo - <https://www.motoradictos.com/citroen-berlingo-furgon-largo-presentado-oficialmente/>
Precio alquiler
<https://www.enterprise.es/es/alquiler-de-coches/vehiculos/es/furgonetas/furgoneta-pequena-diesel-2-pax.html>
(Consultado en abril de 2021)
- "Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización" realizado por el Ministerio para la Transición Ecológica:
https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia_huella_carbono_tcm30-479093.pdf
(Consultado en marzo de 2021)

MAQUINARIA:

- Aspiradora industrial mod.SWL700ET
https://es.lavorpro.com/files/pressareacontents_image/5daea939-6e54-436c-8bfd-4a49919ce63f.pdf
(Consultado en abril de 2021)

PROGRAMAS:

- Programa CYPE Ingenieros y realizado con Arquímedes v2020:
<http://www.cype.es/cypeingenieros/>
- Programa CEX v2.3:
<https://www.efinova.es/CE3X>